

文章编号: 1006-6616 (2003) 03-0268-07

塔里木盆地库车坳陷三叠纪 沉积相与古地理研究

纪云龙^{1,2}, 丁孝忠^{1,3}, 李喜臣¹, 于开宁⁴

(1. 中国地质大学能源地质系, 北京 100083; 2. 国家地震局地壳应力研究所, 北京 100085;
3. 中国地质科学院地质研究所, 北京 100037; 4. 石家庄经济学院, 石家庄 050031)

摘要: 库车坳陷继晚二叠世的厚层磨拉石沉积之后, 三叠纪开始进入封闭的挤压挠曲型盆地发展阶段, 拉开了中生代前陆盆地发展的序幕, 构造格局和构造样式较古生代发生很大转变。盆地内三叠纪气候湿热, 沉积相类型多样。靠近北部山前发育大套冲积扇、扇三角洲和辫状三角洲沉积, 向坳陷中心有辫状三角洲、曲流河和湖泊沉积。河漫沼泽上发育多套煤层。其滨湖、沼泽相炭质泥岩及煤系建造是库车坳陷重要的烃源岩。在整个三叠纪演化的不同时期, 逆冲挤压应力逐渐增强又逐渐减弱, 各时期盆地的古地理特征不同。从早三叠世到晚三叠世, 盆地的沉积和沉降中心持续南迁, 前缘隆起则持续向前陆方向后退。三叠纪前缘隆起和北部逆冲带在轮台以东连通, 该连通古陆从早三叠世至晚三叠世持续由东向西移动, 但迁移幅度不大, 在晚三叠世时期成为一个次要物源区。

关键词: 库车坳陷; 三叠纪; 沉积相; 古地理

中图分类号: P534.51, P531

文献标识码: A

0 引言

库车坳陷是塔里木盆地北部边缘的一个构造单元, 目前是该盆地内油气勘探的重点地区之一。对于库车三叠系沉积相前人曾做过一些研究, 本文在参考前人工作的基础上, 通过20余口井的单井相分析, 对库车坳陷三叠纪的沉积相进行了详细划分, 探讨了早、中、晚三叠世的沉积相分布和古地理演变。这些研究将对今后在该区建立完整的三叠系层序地层格架起到一定的参考作用。

1 三叠系沉积充填特征

1.1 沉积特征

收稿日期: 2003-07-17

基金项目: 国家重点基础研究发展规划项目(973)《中国典型叠合盆地油气形成富集与分布预测》之子课题《中国典型叠合盆地层序地层分析与构造古地理—岩相古地理再造》(课题编号: G1999043304)

作者简介: 纪云龙(1970-), 男, 博士研究生, 从事沉积盆地分析与计算机模拟研究。

塔里木盆地地表的三叠系主要分布于库车坳陷和塔西南铁克里克一带，库车地区层位全、分布稳定，塔西南地区露头较少且多缺失上部层序。钻井揭示的三叠系较地表分布范围大得多，但仍以上述两地区为主。库车坳陷三叠系为一套以砂砾岩为主的陆相粗碎屑沉积，普遍夹有滨浅湖相炭质页岩或炭质泥岩。东至轮台，西到阿瓦特河，整体呈 EW 向分布。纵向上北厚南薄，东、西薄中间厚。最大厚度靠近北部边缘库车河一带，达 1934m。向南超覆于下古生界（多为奥陶系）之上，厚度逐渐减薄，至库车 - 轮台北 20km 一线尖灭。图 1 是由 20 余口井和地表露头控制的三叠系现今厚度图，图中前缘隆起上缺失三叠系沉积。本图三叠系的分布范围与赵治信等^[1]的研究结果十分吻合。

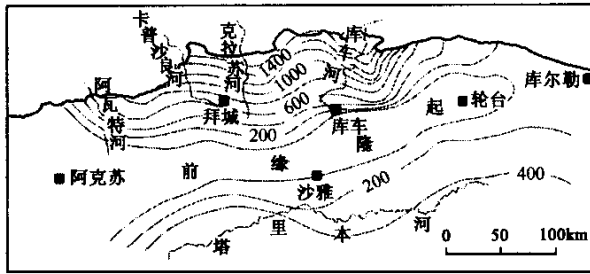


图 1 库车坳陷三叠系厚度图

Fig.1 Isopach map of the Triassic in the Kuqa depression, Tarim basin

三叠系包括下三叠统俄霍布拉克组、中三叠统克拉玛依组、上三叠统黄山街组和塔里奇克组等 4 个组。俄霍布拉克组 (T_1e) 沉积稳定，厚度 28 ~ 592m，由 2 套紫色的砂砾岩夹泥岩和 2 套绿色砂泥岩夹灰黑色炭质页岩组成，主要岩性为砾岩、砂岩、粉砂岩、泥岩、砂质泥岩等。底部为浅灰色巨厚层砾岩，夹有灰绿色粗砂岩和细砾岩的透镜体。与下伏晚古生代层位（多是奥陶系或石炭系）呈不整合接触。在其他地区不整合于晚二叠世沉积岩或早二叠世喷发岩之上。克拉玛依组 (T_2k) 主要岩性为灰绿色粉砂岩、细 - 中砂岩、灰黄色砾岩，夹少量灰黑色页岩、炭质页岩等，纵向上构成向上变细的正旋回。含介形类、双壳类、叶肢介化石和其他一些植物化石，时代均属中三叠世早期。在拜城一带为一套砂砾岩，在库车河一带为一套灰绿色砂岩、砂砾岩、粉砂岩夹泥岩互层；在阿瓦特河一带为砂岩、砂质泥岩夹黑色炭质泥岩。最大厚度在库车河一带，接近 1000m；在轮南地区厚度最小，223m。本组与上、下层位整合接触。克拉玛依组在吐哈盆地厚 283m，岩性与库车坳陷相似。黄山街组 (T_3h) 主要分布于坳陷的中、西部，以灰绿色细 - 中砂岩、粉砂岩、砂质泥岩，灰黑色炭质泥岩、炭质页岩为主，底部为含砾粗砂岩、砾岩、砂岩等，纵向上可划分出 2 套正旋回。在库车河一带该组上部夹有煤线。区域上厚度变化较大，在克拉苏河一带最厚 (311m)，向东、西方向变薄尖灭，在轮台吐格尔明为 73m。本组产晚三叠世叶肢介、孢粉和其他植物化石。与下伏克拉玛依组整合接触，与上覆塔里奇克组在岩性上渐变过渡。本组在吐哈盆地西部地区也有分布，厚 216.8m，以灰绿色泥岩为主，夹少量灰黄色中厚层状细砂岩。塔里奇克组 (T_3t) 岩性由 2 部分组成：上部为灰白色砾岩、中粗砂岩、灰绿色粉砂岩、砂质泥岩等，普遍夹黑色炭质页岩和煤线；下部是大套砾岩，厚度在 0 ~ 420m 之间（基奇克套河）。纵向上由 3 个正旋回组成。本组分布范围与黄山街组相同，厚度在坳陷腹地最大，超过 500m。向 EW 两侧、向南部前缘隆起方向均变薄。在轮台一带厚 73m，缺失下部的砾岩层。

本组的特点是普遍含有一层厚 10 余米的煤线, 当地开采作为燃料。本组中含有大量晚三叠世瑞替期或诺利-瑞替期的植物化石、孢粉化石等。地表和井下均与中、下侏罗统克拉苏群假整合接触, 与下伏黄山街组为连续过渡。

1.2 沉积相

通过对 20 余口代表性钻井的三叠系沉积层序详细的相分析, 识别出了冲积扇、扇三角洲、辫状三角洲、曲流河、滨浅湖-半深湖等沉积相类型。各沉积相带主要呈 EW 向展布, 相带较狭窄, 沿着山前成裙状, 相变较快。

下三叠统以大套的冲积扇、扇三角洲为特征, 另有少量辫状三角洲、滨湖相沉积。冲积扇仅见于北部山前地带, 沿山麓展布, EW 向构成扇群。向着下倾方向, 冲积扇直接入湖形成扇三角洲沉积。扇三角洲以中-细砾岩、含砾砂岩、粗砂岩等为主, 矿物成熟度和结构成熟度低, 泥质含量不足 5%, 垂向上变细。平面上可划分出扇三角洲平原、扇三角洲前缘和前扇三角洲 3 个亚相(图 2)。扇三角洲平原由砾岩、含砾砂岩、粗砂岩等组成, 能识别出水下分流河道、分流河道间等沉积微相。前缘主要为河口砂坝沉积。前扇三角洲主要为暗色泥岩和粉砂岩等构成的远砂坝。

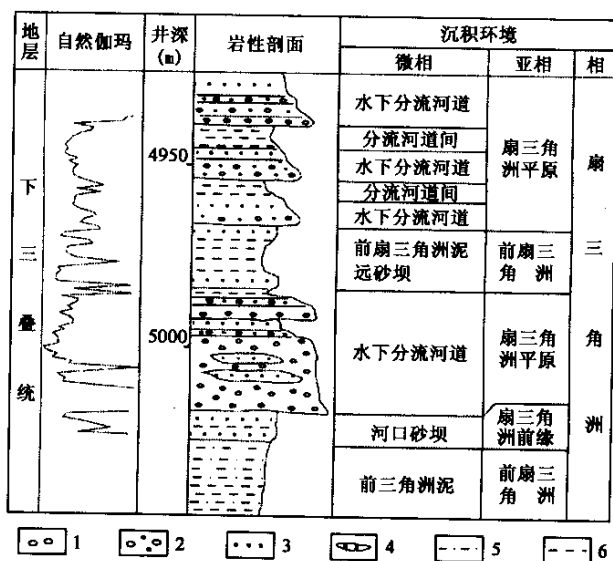


图 2 库车坳陷轮南 1 井下三叠统沉积层序

Fig.2 Lower Triassic depositional sequence in Well Lunnan 1, Kuqa depression

1. 砾岩; 2. 含砾砂岩; 3. 中-粗砂岩; 4. 砂岩透镜体; 5. 粉砂质泥岩; 6. 泥岩

中三叠统以辫状三角洲相为主, 扇三角洲相和滨浅湖相次之, 坳陷中部发育少量半深湖相泥岩沉积。扇三角洲局限于山前, 规模较下三叠统明显减小。辫状三角洲在坳陷南北两侧均有发育, 以北部为主。岩石组成为中-粗砂岩、粉砂岩、泥岩等, 发育块状层理、交错层理等。

上三叠统发育扇三角洲、辫状三角洲、曲流河三角洲、滨浅湖、半深湖等沉积相。扇三角洲和辫状三角洲比较局限, 仅见于坳陷北部边缘。上三叠统岩性较细, 以大面积分布的三角洲为特征, 在坳陷南、北两侧成条带状延伸。主要由粉砂岩、泥岩和若干煤层等构成, 含大量植物和双壳类化石, 发育水平层理、交错层理和冲刷面构造。在该曲流河三角洲内部可

识别出河道、漫滩和堤岸亚相 (图 3), 以前两者为主。河道亚相中能观测到由砾岩等组成的河床滞留沉积和砂质边滩沉积。漫滩沉积主要为洪泛平原、河漫沼泽等, 含多层煤线。上三叠统顶部粒度变粗, 含有砾岩、粗砂岩等, 其中灰白色砾岩的最大厚度达到 400m, 分布位置在坳陷北部山前一带, 属扇三角洲、辫状三角洲相。

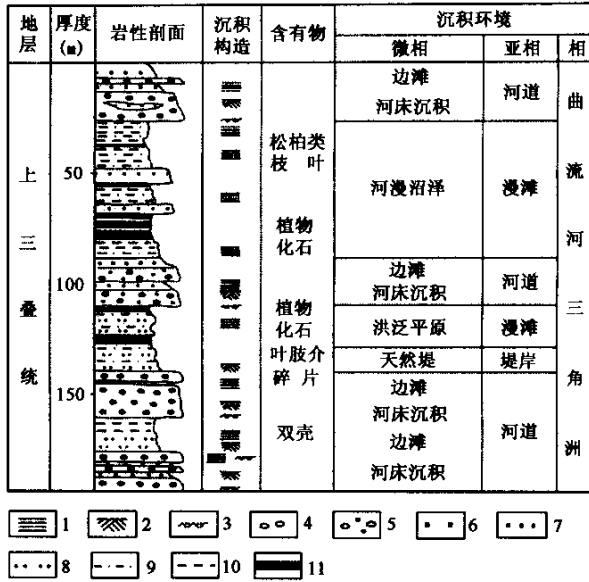


图 3 库车坳陷大宛齐煤矿上三叠统沉积层序

Fig.3 Upper Triassic depositional sequence in the Dawanqi coal mine, Kuqa depression

- 1. 平行层理; 2. 板状交错层理; 3. 冲刷面; 4. 砾岩; 5. 含砾砂岩; 6. 中-粗砂岩;
- 7. 细砂岩; 8. 粉砂岩; 9. 粉砂质泥岩; 10. 炭质泥岩; 11. 煤层

2 三叠纪古地理研究

从早三叠世至晚三叠世, 盆地的沉积、沉降中心和隆起的位置持续向南迁移。早三叠世, 沉积中心和沉降中心靠近北部, 前缘隆起的北界在库车-轮台一线, 南缘在沙雅一带。至晚三叠世, 隆起的北界约在库车南 20km, 而南缘到达沙雅以南大约 30km 处。但在三叠纪期间, 隆起南缘一直未越过塔里木河。坳陷东部是前缘隆起与北部逆冲带连通形成的剥蚀区, 其边界具由东向西迁移的特征。早三叠世的边界在阳霞以北, 中三叠世西迁至轮台县吐格爾明以东, 晚三叠世到达轮台北部。吐格爾明背斜上出现上三叠统砂砾岩沉积, 但厚度较小, 不足百米。

2.1 早三叠世古地理特征

早三叠世是天山造山带强烈逆冲的开始, 南天山迅速崛起^[2,3]。逆冲高地紧邻湖盆, 地形高差大, 盆地范围较小, 碎屑物过补偿。在北部山前一带出现沿山麓展布的大套冲积扇体裙。由于山前沉积空间狭窄, 冲积扇直接入湖, 形成大套扇三角洲沉积, 与滨湖相暗色泥岩相交。在山前库车河与克拉苏河之间地区有规模不大的辫状三角洲沉积, 前缘隆起北坡亦有沿着隆起展布的辫状三角洲沉积 (图 4)。早三叠世的物源区主要为北部褶皱逆冲带, 南

部前缘隆起为一次要物源区。此时是逆冲初期，湖泊较浅，湖相沉积主要为滨浅湖相粉砂岩、泥岩等，缺乏半深湖—深湖相沉积。由于湖盆向西南塔里木盆地腹地敞开，推测在坳陷西部阿克苏以北一带有少量半深湖相沉积。

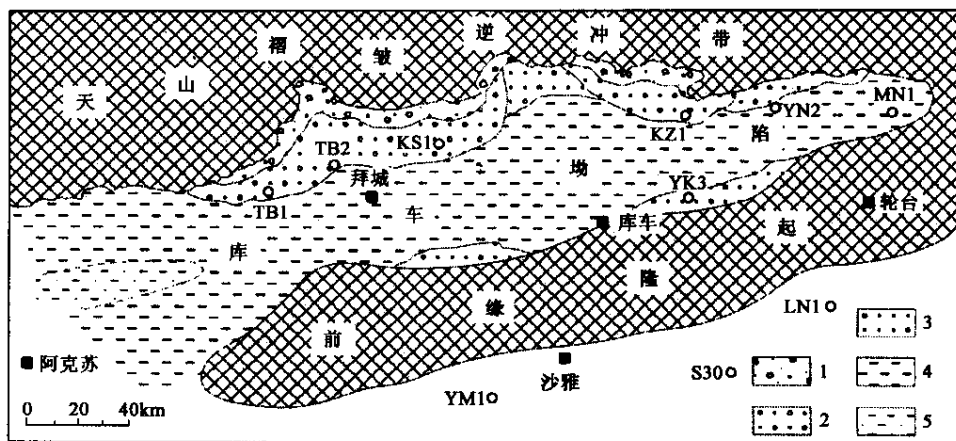


图4 库车坳陷早三叠世岩相古地理

Fig.4 Early Triassic lithofacies-paleogeography of the Kuqa depression, Tarim basin

1. 冲积扇相; 2. 扇三角洲相; 3. 辫状三角洲相; 4. 滨浅湖相; 5. 半深湖相

2.2 中三叠世古地理特征

中三叠世，湖盆面积扩大，水体加深。随着北部南天山逆冲带活动加剧，坳陷沉积和沉降中心逐渐向南迁移。作为库车前陆盆地的前缘斜坡，前缘隆起也在天山逆冲带持续向南传递的挤压应力作用下向南部迁移。而东部的隆起区则做规模不大的西向迁移。湖盆的北部边界相对于南天山逆冲带则逐渐远离，使得主要物源区与湖盆之间距离加大。由于气候湿热，河流比较发育，古流向主要为南北向，以辫状河流为主，在盆地北部沉积了厚度较大的辫状三角洲相含砾砂岩、中—粗砂岩、泥岩等。靠近山麓处有少量扇三角洲沉积（图5）。中

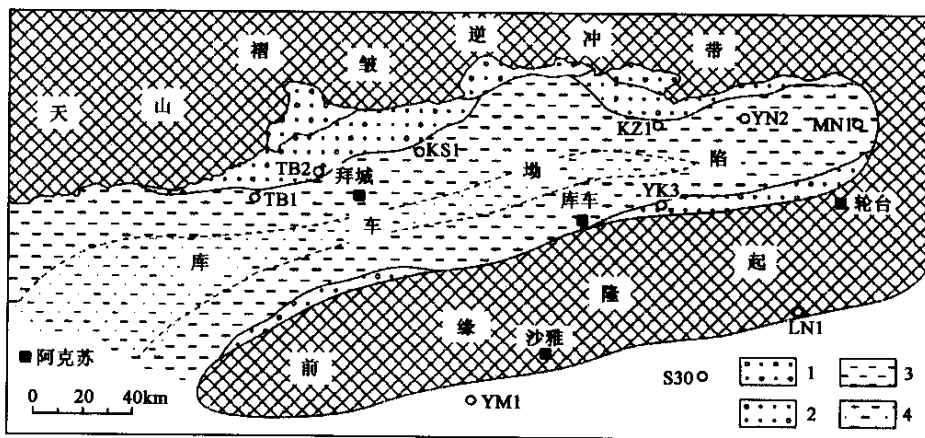


图5 库车坳陷中三叠世岩相古地理

Fig.5 Middle Triassic lithofacies-paleogeography of the Kuqa depression, Tarim basin

1. 扇三角洲相; 2. 辫状三角洲相; 3. 滨浅湖相; 4. 半深湖相

三叠统出现半深湖相暗色泥岩沉积，分布于盆地腹部沉积中心地带。

2.3 晚三叠世古地理特征

晚三叠世，湖盆面积进一步扩大，沉积中心位于拜城 - 库车一线。前缘隆起南迁至塔里木河以北和沙雅以南地区，其北缘在库车南约 20km 处。晚三叠世构造活动趋于减弱，以河流、湖泊沉积作用为主，并主要为曲流河，大部分古流向为 SN 向。在盆地东部，有少量源于东部隆起区的 EW 向河流注入盆地。在坳陷 SN 两侧，沿着逆冲带山前和前缘隆起北坡发育大套曲流河沉积，主要是砂泥岩构成的细粒三角洲。连通天山和前缘隆起的剥蚀高地西迁至轮台，邻近高地发育规模不大的辫状河三角洲沉积（图 6）。辫状三角洲在坳陷北部库车河、克拉苏河和卡普沙良河一带也有分布，规模都不大。在上述地区也有少量扇三角洲沉积。晚三叠世半深湖相沉积范围进一步扩大，东缘到达轮台西北地区。

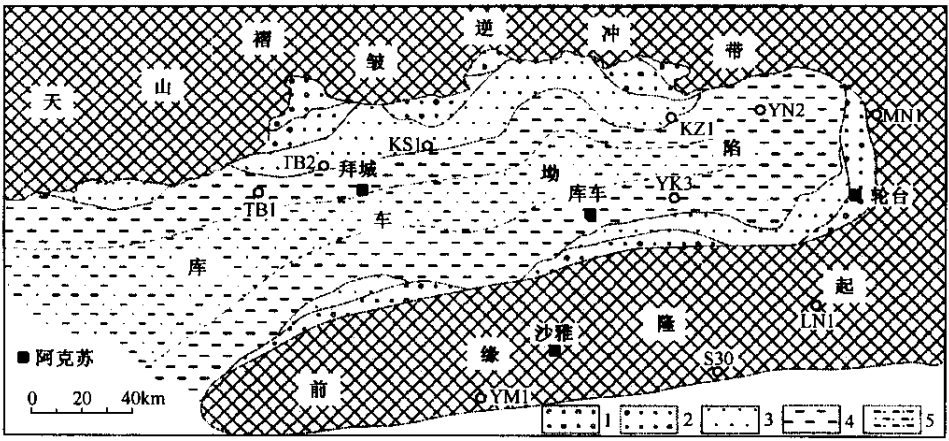


图 6 库车坳陷晚三叠世岩相古地理

Fig.6 Late Triassic lithofacies-paleogeography of the Kuqa depression, Tarim basin

1. 扇三角洲相；2. 辫状三角洲相；3. 曲流河三角洲相；4. 滨浅湖相；5. 半深湖相

3 结论

随着塔里木盆地二叠纪末期进入内陆盆地发展阶段，库车坳陷在三叠纪开始了挠曲型前陆盆地发展的新时期。三叠系为一套陆相粗碎屑含煤建造，整体充填序列从下到上依次为冲积扇 - 三角洲 - 辫状河 - 曲流河 - 滨浅湖相 - 半深湖相。整个三叠纪，作为盆地形成主控因素的逆冲挤压应力逐渐增强，在晚三叠世又趋于减弱。盆地的沉积、沉降中心持续南迁，前缘隆起持续向前陆方向响应性后退。物源以北部造山带为主，其次是前缘隆起区。前缘隆起和北部主逆冲带在轮台以东相连，此连接带随挤压应力增强而持续由东向西迁移，在晚三叠世成为一个次要物源区。

参 考 文 献

[1] 赵治信, 雍天寿, 贾承造, 等. 塔里木盆地地层 [A]. 塔里木盆地油气勘探丛书第二卷 [C]. 北京: 石油工业出版社, 1997. 141 ~ 163.

- [2] Gardiner , W. B. , Serra , S. , Jia Chengzao , et al. Structural development of the Kuqa fold and thrust belt , northern Tarim basin , China [J]. AAPG Bulletin , 1995 , 79 (13) : 32 .
- [3] Dong Jia , Huafu Lu , Dongsheng Cai , et al. Structural features of northern Tarim basin : Implications for regional tectonics and petroleum traps [J]. AAPG Bulletin , 1998 , 82 (1) : 147 ~ 159 .

TRIASSIC PALEO GEOGRAPHY AND SEDIMENTARY FACIES OF THE KUQA DEPRESSION , TARIM BASIN

JI Yun-long^{1,2} , DING Xiao-zhong^{1,3} , LI Xi-chen¹ , YU Kai-ning⁴

(1 . , Energy Resources Dept . , China University of Geosciences , Beijing 100083 ;

2. Institute of Crustal Dynamics , China Seismological Bureau , Beijing 100085 ;

3. Institute of Geology , Chinese Academy of Geological Sciences , Beijing 100037 ;

4. Shijiazhuang College of Economics , Shijiazhuang 050031 , Hebei , China)

Abstract : After the deposition of Late Permian thick-bedded molasses , the Kuqa depression began to enter a stage of development of a closed compressional flexural basin in the Triassic , thus ushering in the stage of development of a Mesozoic foreland basin , when the tectonic framework and style were very different from those in the Paleozoic . The Triassic climate in the basin was wet and hot and the sedimentary facies were very diverse . There are deposits of alluvial fans , fan deltas and braided deltas near the piedmont belt in the northern part . Towards the center of the depression , there are deposits of braided deltas and meandering rivers and lakes . Several coal beds are developed in backswamp deposits . Lakeshore and swampy carbonaceous mudstone and coal measures are major hydrocarbon source rocks of the Kuqa depression . In different phases of the entire Triassic evolution , thrust compressional stresses increased gradually and weakened gradually . The paleogeographic features in various phases were different . From the Early Triassic to Late Triassic , the depocenter and subsidence center moved southward progressively , while the frontal uplift retreated toward the foreland continually . The Triassic frontal uplift and northern thrust belt were connected to the east of Luntai . This connected oldland moved westward steadily from the Early to Late Triassic but the magnitude of migration was not large . In the Late Triassic it became a subordinate material source .

Key words : Kuqa depression ; Triassic ; sedimentary facies ; paleogeography